

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-046525

(43)Date of publication of application : 16.02.1996

(51)Int.Cl.

H03M 13/12

G11B 20/10

H03M 5/18

H04L 25/08

(21)Application number : 06-181363

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.08.1994

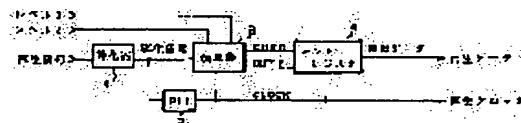
(72)Inventor : HIRAMATSU MAKOTO
SHOJI MICHIHARU

54) INFORMATION RECORDING AND REPRODUCING DEVICE

57)Abstract:

PURPOSE: To improve the error rate of recovered data by comparing a sum between an equalization signal being an output of an identified point and a path metric difference corresponding to likelihood difference subject to one-bit delay with a preset level so as to obtain detection data.

CONSTITUTION: A reproduced signal from an optical memory or a magneto-optical memory or the like passes through an equalizer 1, in which the signal is waveform-equalized and the equalization signal is subject to PLL control by a PLL 2 and a recovered clock signal is generated. Furthermore, the equalization signal is given to a computing element 3 including a comparator, where the signal is compared with a level 1 and a level 2 and a detected data output OUT0 and an output OUT1 are outputted. Then the detected data OUT0 and OUT1 are given to an error correction discrimination circuit 4 being a decoding value estimate means as tentative detection data and subject to error correction by the maximum likelihood decoding method and the result is outputted as detection data.



LEGAL STATUS

Date of request for examination]

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the examiner's
decision of rejection or application converted registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of rejection]

Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-46525

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 M 13/12		8730-5K		
G 1 1 B 20/10	3 2 1 A	7736-5D		
H 0 3 M 5/18		9382-5K		
H 0 4 L 25/08	B	9199-5K		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-181363

(22) 出願日 平成6年(1994)8月2日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 平松 誠

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 小路 通陽

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

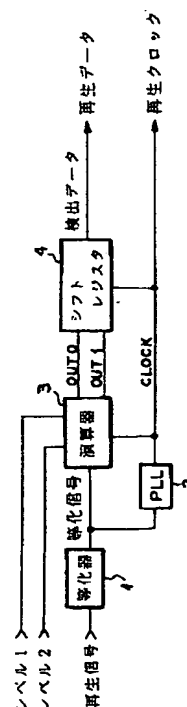
(74) 代理人 弁理士 山下 積平

(54) 【発明の名称】 情報記録再生装置

(57) 【要約】

【目的】 PR (1, 1) の最尤復号法を用いて符号化信号の再生誤り率を低下することを目的とする。

【構成】 0、1の2値情報を記録した媒体上から再生データを得る際にPR (1, 1)を採用して最尤復号する情報記録再生装置において、あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する尤度差検出手段8と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる遅延手段9とを備え、該遅延手段9より出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と、k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k を加算し(5)、加算結果($y_k + \delta_{k-1}$)と予め決められた2つの基準レベル、レベル1、レベル2とをそれぞれ比較器6、比較器7によって比較し、それぞれの出力0、出力1に従って誤り訂正し(4)、再生データを検出することを特徴とする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 0、1の2値情報を記録した媒体上から再生データを得る際にPR(1, 1)を採用して最尤復号する情報記録再生装置において、

あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する尤度差検出手段と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる遅延手段とを備え、該遅延手段より出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と、k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k とを加算し、該加算結果($y_k + \delta_{k-1}$)と、あらかじめ決められた2つの基準レベル1、2とをそれぞれ比較器0と比較器1によって比較し、それぞれの出力0と出力1に従って前記再生データを検出することを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項2】 前記出力0あるいは出力1は、あるk番目のデータビットが0あるいは1となる生き残りパスが残っているか否かに対応していることを特徴とする請求項1記載の情報記録再生装置。

【請求項3】 前記出力0と出力1の論理積を仮の検出データとして、エラー訂正判定回路に入力し、該仮の検出データをエラー訂正することにより、検出データを得ることを特徴とする請求項2記載の情報記録再生装置。

【請求項4】 0、1の2値情報を記録した媒体上から最尤復号法により再生データを得る情報記録再生装置において、

あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する尤度差検出手段と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる遅延手段と、該遅延手段により出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と該k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k とを加算する加算手段と、該加算手段の加算結果($y_k + \delta_{k-1}$)と、あらかじめ決められた2つの基準レベル1、2とをそれぞれ比較する比較手段と、該比較手段のそれぞれの出力0と出力1に従って前記再生データを得る復号値推定手段とを備えたことを特徴とする情報記録再生装置。

【請求項5】 前記尤度差検出手段は、前記再生信号出力 y_k と前記基準レベル1、2と前記尤度差 δ_{k-1} とを入力とし、前記出力0と出力1とを比較子として尤度差 δ_k を出力とすることを特徴とする請求項4記載の情報記録再生装置。

【請求項6】 前記復号値推定手段は、前記出力0と出力1の論理積を仮の検出データとして、前記出力0と出力1のそれぞれの状態変化に従って、前記仮の検出データのエラー訂正を行なって反転することにより前記再生データを得ることを特徴とする請求項4記載の情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、2値のデジタル情報

2

を記録再生する情報記録再生装置に関し、特に、PR(1, 1)等化を採用し最尤復号により情報を再生する情報記録再生装置に関するものである。

【0002】

【背景技術】 一般に、符号情報を再生する際に、符号の誤り率を、より少なくする識別方法として最尤復号法が知られている。以下にパーシャルレスポンス(PR)を用いた場合における最尤復号法の要点を説明する。

【0003】 通常、2値の符号信号を3値の符号信号に変換し、伝送あるいは記録を行なう場合がある。3値信号は、直流成分を含まない様に構成することが可能であり、特に直流を伝送あるいは記録できない、又はしにくい様なシステムに用いられる例が多い。

【0004】 パーシャルレスポンス(PR)による1、0、-1の3値の出力において、各状態における確率に相当する値を尤度と呼ぶ。最尤復号法とは、より高い尤度を選択していく方法である。伝送系の雑音がガウス分布に従う場合、k番目の識別点出力を y_k 、 σ を識別点出力における標準偏差、Aを常数とすると、尤度Pは下式のように示される。ここで、識別点出力とは、データを抽出するクロックのタイミングにおける再生受信信号の値を示す。

【0005】

【数1】

$$P_1 = A \exp\{- (y_k - 1)^2 / 2\sigma^2\} \quad \dots\dots (1)$$

$$P_0 = A \exp\{- y_k^2 / 2\sigma^2\} \quad \dots\dots (2)$$

$$P_{-1} = A \exp\{- (y_k + 1)^2 / 2\sigma^2\} \quad \dots\dots (3)$$

ここで、この尤度Pの逆数の対数を取り、規格化すると下式のように示される。これらをバスメトリックと呼ぶ。

【0006】

【数2】

$$I_1 = -y_k + 0.5 \quad \dots\dots (4)$$

$$I_0 = 0 \quad \dots\dots (5)$$

$$I_{-1} = y_k + 0.5 \quad \dots\dots (6)$$

このバスメトリックは、尤度の逆数に対応するので、この和が小さいほど情報符号の存在する確率が大いことを意味する。

【0007】 2値のデジタル情報のデータバスの推移は、時刻k-1におけるデータの状態が1の場合、時刻kでは1または-1になる状態が存在し、時刻k-1におけるデータの状態が-1の場合、時刻kでは1または-1になる状態が存在する。上記のバスメトリックにおいて、 I_1 は1から1へのバス(以下、これをバス1と称する。)、 I_0 は1から-1または-1から1へのバス(以下、これをバス0と称する。)、 I_{-1} は-1から1へのバス(以下、これをバス-1と称する。)に対応する。ここで、ある時刻k-1におけるデータが0である時のバスメトリックの和を $S_{0,k-1}$ とし、1である時のバスメトリックの和を $S_{1,k-1}$ とすると、時刻kにおける各状

態のバスメトリックの和は、下式のように示される。ここで、 $\min[A, B]$ は、AとBのうち小さい方を選択することを意味する。

*【0008】
【数3】

$$S_{0k} = \min[S_{0k-1} + I_{-1}, S_{1k-1} + I_0] \\ = \min[S_{0k-1} + y_k + 0.5, S_{1k-1}] \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$S_{1k} = \min[S_{1k-1} + I_1, S_{0k-1} + I_0] \\ = \min[S_{1k-1} - y_k + 0.5, S_{0k-1}] \quad \dots\dots\dots (8)$$

この数式は、以下のことを意味する。時刻 k においてデータが0であるためには、時刻 $k-1$ におけるデータが0の時はパス-1を通り、データが1の時はパス0を通る場合の2種類のパスが存在する。時刻 $k-1$ でのデータが0である時のバスメトリックの和を S_{0k-1} 、データが-1である時のバスメトリックの和を S_{1k-1} とすると、パス-1を通った場合の S_{0k} は $S_{0k-1} + I_{-1}$ になり、パス0を通った場合の S_{0k} は $S_{1k-1} + I_0$ になる。ここで、最尤復号法では、尤度の高い場合、つまりバスメトリックの和の小さい場合のパスのみを選択する。この様に、時刻 k のデータを0であると仮定すると、時刻 $k-1$ からのパスが決定する。このことは、時刻 k においてデータが1であると仮定した場合においても同様である。

【0009】この様に、状態の変化の様子を各時刻毎に図示してゆくと、第5図に示すようなトレリス線図と呼ばれる図が得られる。図より解るように、各時刻間には必ず2本のパスが存在する。しかし、あるパスは途中で途切れ、あるパスは連続する。このうち、連続したものを正しい状態の変化のパスと推定し、このパス状態に基づいて各時刻の復号値を推定しデータを決定してゆく方法が最尤復号法である。最尤復号法により、例えば受信した情報の信号対雑音比が13dBの場合には、通常の復号法による符号誤り率は約 10^{-3} であるが、これを 10^{-5} に改善できると言われている。

【0010】ここで、パーシャルレスポンスの概念として、PR(1, 2, 1)の符号化と復合化について説明する。まず、PR(1, 2, 1)とは、送信信号中の1ビットの“1”が送信され、受信復調された後、“1”が1, 2, 1というパターンとなるように波形等化を行なうものである。例えば、“0110010100”という送信データが入力されたものとする。これをプリコードというエンコーダで2回のNRZI変換が行われ、この状態で送信される。この送信と受信復調間とでノイズが生じる等すると、波形干渉パターンとなり、それを例えば5値信号化すると、0, 1, 2, 3, 4の5値レベルデジタル信号となる。そして、これを“0”、“2”、“4”を“0”とみなし、“1”、“3”を“1”とみなして、2値化すれば、もとの送信データ“0110010100”が得られる。

【0011】このことにより、このデータ符号間干渉を付加して、これを2値化することで、誤り符号を訂正

し、符号間干渉を除去できることも徐々に分かってきている。このPR(1, 2, 1)は、1, 2, 1というパターンで波形等化することを意味し、PR(1, 0, -1)は1, 0, -1というパターンで波形等化を行い、PR(1, 1)は1, 1というパターンで波形等化することを意味する。

【0012】PR(1, 1)による符号化と復合化の例について、記録信号中の1ビットの“1”が記録、再生、波形等化を経た後、0, 1, 1, 0というパターンと成るように波形等化を行なうものである。このプリコードでは、1回のNRZI変換が行われて送出され、その後受信側では、012という3値検出が行われ、そこで、“0”と“2”を“0”とみなし、“1”を“1”とみなして、2値化信号が得られる。その結果、送出の符号と同一の符号が得られる。

【0013】上記の通り、論理的には理論通り、誤り訂正がなされるが、具体的な手法の例は少ない。以下具体的な最尤復号法を、磁気記録等のPR(1, 0, -1)に適用した例が、既に、特公平5-4865号公報で開示されている。以下にこの方法を簡単に説明する。本公報では、最尤復号器の状態推定部を2つの状態の尤度差を用いて実現するようになっている。「0または1、0または-1」のレベルの繰返しよりなる3値信号と、上記3値信号の2種類の状態の尤度差を入力とし、1データ周期後の尤度差および上記状態の変化の有無を出力する状態推定部と、上記状態の変化の有無を入力とし、2値の復号値を出力する復号値推定部により復号器を構成している。

【0014】磁気記録において、(1, 0, -1)の3値信号は、1になれば次は0か-1になり、-1になれば次は0か1になる性質がある。すなわち、次が0か-1になる状態(これをodd(奇数)とする)と、0か1になる状態(これをeven(偶数)とする)の2つの状態がある。時刻 k の状態 oddの尤度を $m_o(k)$ 、状態 evenの尤度を $m_e(k)$ とし、識別点出力を y_k とすると、雑音がガウス分布に従う場合、下式が成立する。ここで、 $\max[A, B]$ は、AとBのうち大きい方を選択することを意味する。

【0015】

【数4】

$$m_o(k+1) = \max[m_o(k), m_e(k) + y_k - 0.5] \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$m_e(k+1) = \max[m_o(k) - y_k - 0.5, m_e(k)] \quad \dots\dots\dots (10)$$

5

上式は、以下を意味する。時刻 $k+1$ で状態が odd の場合に、時刻 k では状態が odd の場合と even の場合があり得る。時刻 k で odd の確率が $m_o(k)$ 、even の確率が $m_e(k)$ であると考えた場合に、odd 及び even の状態が時刻 $k+1$ で odd になり得る確率は各々 $m_o(k)$ 、 $m_e(k)+y_k-0.5$ である。次に、時刻 $k+1$ で状態が odd であるとすれば、これらの確率の大きい方の状態推移により時刻 $k+1$ で odd になったと考えられる。つまり、(9) 式で $m_o(k) > m_e(k)+y_k-0.5$ の場合には、時刻 $k+1$ が odd であれば、時刻 k も odd であり、 $m_o(k) < m_e(k)+y_k-0.5$ の場合には、時刻 $k+1$ が odd であれば、時刻 k は even である。

【0016】このように、時刻 $k+1$ が odd と仮定すると、odd-odd の状態推移（状態変化なし）、even-odd の状態推移（状態推移あり）のいずれが生じたかを選択することができる。全く同様に、時刻 $k+1$ が even と仮定すると、(10) 式で $m_o(k)-y_k-0.5 > m_e(k)$ なら odd-even の状態推移、 $m_o(k)-y_k-0.5 < m_e(k)$ なら even-even の状態推移とのいずれかを選択できる。そして、時刻 k *

$$m_o(k+1) - m_e(k) = \max[\Delta m(k), y_k - 0.5] \quad \dots\dots (12)$$

$$m_e(k+1) - m_e(k) = \max[\Delta m(k) - y_k - 0.5, 0] \quad \dots\dots (13)$$

さらに、上記 (12)、(13) 式の差を求めると、下 ※【0020】式を得る。

$$\Delta m(k+1) = \max[\Delta m(k), y_k - 0.5] - \max[\Delta m(k) - y_k - 0.5, 0] \quad \dots\dots (14)$$

この (14) 式は、上記 (9)、(10) 式と全く同じ機能を有する。すなわち、 $\Delta m(k) > y_k - 0.5$ の場合には、時刻 $k+1$ が odd であれば時刻 k も odd であり、 $\Delta m(k) < y_k - 0.5$ の場合には、時刻 k は even である。しかるに、ここで一時記憶すべき値は、尤度差 $\Delta m(k)$ のみとなり、従来必要としていた値の半分になる。

【0021】更に、(14) 式の中の大小関係により 4 つの場合が生じるが、実はこれは下記の 3 つの場合で十分である。

【0022】

【数8】 $\Delta m(k) \geq y_k + 0.5 \quad \dots\dots (15)$

$y_k + 0.5 > \Delta m(k) > y_k - 0.5 \quad \dots\dots (16)$

$\Delta m(k) \leq y_k - 0.5 \quad \dots\dots (17)$

更に、状態の変化を示す符号として、下記の $d_o(k+1)$ 、 $d_e(k+1)$ を新たに考えると、

$d_o(k+1) = 0$: 時刻 $k, k+1$ とも odd である。

【0023】 $d_o(k+1) = 1$: 時刻 k は even、時刻 $k+1$ は odd である。

【0024】 $d_e(k+1) = 0$: 時刻 $k, k+1$ とも even である。

【0025】 $d_e(k+1) = 1$: 時刻 k は odd、時刻 $k+1$ は even である。

【0026】これらと、(14) 式を用いると、各場合の状態推定部の結果は以下のように求まる。

【0027】

【数9】 (1) $\Delta m(k+1) = y_k + 0.5$

$d_o(k+1) = 0$

*+1 が odd である確率は選択した状態推移の確率であり、同様に時刻 $k+1$ が even である確率も選択した状態推移の確率であるので、それぞれ (9) 式、(10) 式により、 $m_o(k+1)$ 、 $m_e(k+1)$ を得ることができる。すなわち、 m_o 、 m_e に適当な初期値を与えれば、各時刻毎の識別点出力 y_k を用い、各状態の尤度が得られ、かつ各時刻の状態 odd に流入するバスの状態推移（状態変化の有無）および状態 even に流入するバスの状態推移（状態変化の有無）をそれぞれ選択できる。

【0017】上記 (9)、(10) 式の両辺より、それぞれ $m_e(k)$ を減ずる。また新たに下式のように定義する。

【0018】

【数5】

$$\Delta m(k) = m_o(k) - m_e(k) \quad \dots\dots (11)$$

とすると、下式を得る。

【0019】

【数6】

※【0020】

※【数7】

$$d_e(k+1) = 1$$

$$(2) \Delta m(k+1) = \Delta m(k)$$

$$d_o(k+1) = 0$$

$$d_e(k+1) = 0$$

$$(3) \Delta m(k+1) = y_k - 0.5$$

$$d_o(k+1) = 1$$

$$d_e(k+1) = 0$$

以上のような原理によれば、尤度差 Δm のみを記憶すれば、識別点出力 y_k との大小関係より決まる 3 種の場合に応じて、次の尤度差と、状態変化の有無が上記 (数9) の数式により自動的に与えられる。

【0028】上記のような原理を実際に実現するには以下のように考えればよい。

【0029】(1) $d_o(k+1)$ を仮の復号値とする。

【0030】(2) 但し、 $d_o(k+1) = 1$ となった場合には、前回の $d_o(k+1)$ と $d_e(k+1)$ の論理和が 1 になった時刻の $d_o(k+1)$ を反転する。

【0031】これを実現する回路例を第6図に示す。入力端子 32、33 にあたえられた $d_o(k+1)$ と $d_e(k+1)$ の内、 $d_o(k+1)$ は N 段の D 形フリップフロップ 34-1 ~ 34-N で遅延される。一方、OR ゲート 35 で得られる $d_o(k+1) + d_e(k+1)$ も、N 段の D 形フリップフロップ 36-1 ~ 36-N で遅延される。 d_o および $d_o + d_e$ が共に 1 となる位置が AND ゲート 37-1 ~ 37-N で検出され、その時刻の d_o は Exclusive OR ゲート 38-1 ~ 38-N で反転される。この結果が次段の D 形フリップフロップ 34-2 ~ 34-N に転送されるが、その直後、フリップフロップ

7

34、36を駆動する1データ周期間隔のクロック端子39から供給され、このクロックの後半で、フリップフロップ36-2以後の内容を0とする。この結果、フリップフロップ36は全て0か、あるいは前回の $d_0+d_1=1$ となった時刻のみが1となっており、 $d_0=1$ となる度にその時刻の d_0 が反転され、出力40に復号値として取り出される。以上が、磁気記録等にPR(1, 0, -1)を採用した場合の最尤復号実現のための回路動作である。

【0032】

【発明が解決しようとする課題】上記公報によれば、1, 0, -1の3値に符号化された符号化信号を扱っており、且つ1と-1の状態は必ず交互に現れる符号化信号に対する最尤復号を実現している。主に、磁気記録がこの様な符号化信号に対応している。すなわち、次が0または1になる状態と、次が0または-1になる状態の2通りの状態が存在し、そのうちどちらか片方を直接シフトレジスタに流し、これをエラー訂正する方法を行っている。これは、PR(1, 0, -1)の最尤復号法に対応しているのである。

【0033】しかしながら、光メモリや光磁気メモリでの誤り訂正においては、PR(1, 1)を採用したほうが適していると考えられる。この場合、1の状態の次に-1の状態が存在せずに再び1の状態が、または、-1の状態の次に1の状態が存在せずに再び-1の状態がくる可能性があり、この様な符号化信号では、前記公報のPR(1, 0, -1)による方法そのままでは適応できないという欠点があった。

【0034】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記欠点を解決するために、0, 1の2値情報を記録媒体上に記録し、再生する装置であって、記録再生の際にPR(1, 1)の波形等化を採用し、且つ最尤復号する情報記録再生装置を提供するものである。

【0035】この情報記録再生装置において、あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する手段と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる遅延手段とを備え、遅延手段より出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と、k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k を加算し、この加算結果 $(y_k + \delta_{k-1})$ と、あらかじめ決められた2つの基準レベルとをそれぞれ比較器0、比較器1によって比較し、それぞれの出力0、出力1に従って再生データを検出することを特徴とするものである。

【0036】また、出力0あるいは出力1は、あるk番目のデータビットが0あるいは1となる生き残りパスが残っているか否かに対応していることを特徴とする。

【0037】さらに、出力0と出力1の論理積を仮の検出データとして、シフトレジスタに入力し、該仮の検出データをエラー訂正することにより、検出データを得ることを特徴とする。

8

【0038】更に、0, 1の2値情報を記録した媒体上から最尤復号法により再生データを得る、本発明による情報記録再生装置において、あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する尤度差検出手段と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる遅延手段と、該遅延手段より出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と該k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k とを加算する加算手段と、該加算手段の加算結果 $(y_k + \delta_{k-1})$ と、あらかじめ決められた2つの基準レベル1, 2とをそれぞれ比較する比較手段と、該比較手段のそれぞれの出力0と出力1に従って前記再生データを得る復号値推定手段とを備えたことを特徴とする。

【0039】更に加えて、上記尤度差検出手段が、再生信号出力 y_k と基準レベル1, 2と尤度差 δ_{k-1} とを入力とし、出力0と出力1とを比較子として尤度差 δ_k を出力とすることを特徴とする。

【0040】更にまた、上記復号値推定手段は、出力0と出力1の論理積を仮の検出データとして、出力0と出力1のそれぞれの状態変化に従って、仮の検出データのエラー訂正を行なって反転することにより再生データを得ることを特徴とする。

【0041】

【作用】故に、この発明の構成は、あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する手段と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる手段とを備え、遅延手段より出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と、k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k を加算し、この加算結果 $(y_k + \delta_{k-1})$ と、あらかじめ決められた2つの基準レベルとをそれぞれ比較器0、比較器1によって比較し、それぞれの出力0、出力1に従って再生データを検出するという動作を維持するように作用するものである。

【0042】これによるPR(1, 1)の最尤復号法では、再生信号の尤度差を求め、またその1クロック前の尤度差と再生信号とを加算した結果とを2つの基準レベルとそれぞれ比較し、2つの出力を得て、本最尤復号法に適合した再生データを得ているので、データ再生の誤り率を大きく改善できる。

【0043】また、この2つの出力にトレリス線図をあてはめ、生き残りパスが残っているか否かに対応するように作用するものである。

【0044】さらに、出力0と出力1の論理積を仮の検出データとして、シフトレジスタに入力し、この仮の検出データから奇数番目と偶数番目のデータとで、それぞれエラー訂正するという動作を維持するように作用するものである。

【0045】更に、この発明の構成は、0, 1の2値情報を記録した媒体上から最尤復号法により再生データを得る情報記録再生装置において、あるk番目のデータビ

ットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出する尤度差検出手段と、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させる遅延手段と、該遅延手段より出力される1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と該k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k とを加算する加算手段と、該加算手段の加算結果 $(y_k + \delta_{k-1})$ と、あらかじめ決められた2つの基準レベル1、2とをそれぞれ比較する比較手段と、該比較手段のそれぞれの出力0と出力1に従って前記再生データを得る復号値推定手段とを備えて、各手段の動作を維持するように作用するものである。

【0046】更に加えて、この発明の構成は、上記尤度差検出手段が、再生信号出力 y_k と基準レベル1、2と尤度差 δ_{k-1} とを入力とし、出力0と出力1とを比較子として尤度差 δ_k を出力するという動作を維持するように作用するものである。

【0047】更にまた、この発明の構成は、上記復号値推定手段が、出力0と出力1の論理積を仮の検出データとして、出力0と出力1のそれぞれの状態変化に従って、仮の検出データのエラー訂正を行なって反転することにより再生データを得るという動作を維持するように作用するものである。

【0048】

【実施例】以下、本発明の一実施例について図面を用い*

$$S_{0k-1} + y_k + 0.5 < S_{1k-1}$$

$$S_{0k-1} + y_k + 0.5 > S_{1k-1}$$

$$S_{1k-1} - y_k + 0.5 < S_{0k-1}$$

$$S_{1k-1} - y_k + 0.5 > S_{0k-1}$$

これらの式を変形すれば、

【0053】

$$y_k + S_{0k-1} - S_{1k-1} < -0.5$$

$$y_k + S_{0k-1} - S_{1k-1} > -0.5$$

$$y_k + S_{0k-1} - S_{1k-1} < 0.5$$

$$y_k + S_{0k-1} - S_{1k-1} > 0.5$$

となる。ここで、 $S_{0k-1} - S_{1k-1}$ はバスメトリックの差 δ_{k-1} になる。つまり、式(20)及び式(21)は下式のようなになる。

【0054】

【数12】

$$y_k + \delta_{k-1} < -0.5 \quad \dots\dots (22-1)$$

$$y_k + \delta_{k-1} > -0.5 \quad \dots\dots (22-2)$$

$$y_k + \delta_{k-1} < 0.5 \quad \dots\dots (23-1)$$

$$y_k + \delta_{k-1} > 0.5 \quad \dots\dots (23-2)$$

つまり、識別点出力の等化信号 y_k と1ビット遅延された尤度差に対応するバスメトリックの差 δ_{k-1} との和である $y_k + \delta_{k-1}$ と±0.5との大小関係を比較すればよい。

この式をまとめると以下のようなになる。

【0055】

【数13】

$$y_k + \delta_{k-1} > 0.5 \quad \dots\dots (24)$$

$$-0.5 > y_k + \delta_{k-1} > 0.5 \quad \dots\dots (25)$$

*て詳細に説明する。

【0049】図1に本発明の一実施例による構成ブロック図を示す。光メモリや光磁気メモリ等からの再生信号は、等化器1を通り波形等化された後、等化信号はPLL2によりPLL制御されて再生クロック信号を生成する。また、この等化信号は比較器を含む演算器3に入力され、ここでレベル1およびレベル2と比較され、検出データ出力OUT0及び出力OUT1を出力する。その後、検出データOUT0及びOUT1は、復号値推定手段としてのエラー訂正判定回路4に仮の検出データとして入力され、最尤復号法によりエラー訂正された後に検出データとして出力される。

【0050】演算器3において、識別点出力である等化信号 y_k と1ビット遅延された尤度差に対応するバスメトリックの差 δ_{k-1} との和 $y_k + \delta_{k-1}$ をあらかじめ設定して、あるレベルと比較することにより、検出データOUT0及びOUT1を得ている。

【0051】この原理を以下に説明する。上記したように、最尤復号では式(7)及び式(8)の比較によりパスの決定を行っている。この式の比較は、下式と等化である。

【0052】

【数10】

$$\dots\dots (18-1)$$

$$\dots\dots (18-2)$$

$$\dots\dots (19-1)$$

$$\dots\dots (19-2)$$

※【数11】

$$\dots\dots (20-1)$$

$$\dots\dots (20-2)$$

$$\dots\dots (21-1)$$

$$\dots\dots (21-2)$$

$$-0.5 > y_k + \delta_{k-1} \quad \dots\dots (26)$$

上記条件は、以下のような意味を有する。式(24)の条件の場合、 S_{0k} に至るにはパス0を通り、 S_{1k} に至るにはパス1を通る。つまり、時刻kにおけるデータは1であることが決定される。また、式(25)の条件の場合、 S_{0k} 及び S_{1k} に至るには共にパス0を通る。そして、式(26)の条件の場合、 S_{0k} に至るにはパス-1を通り、 S_{1k} に至るにはパス0を通る。つまり、時刻kにおけるデータは0であることが決定される。

【0056】また、上記のことにより時刻kにおけるバスメトリックの差 δ_k も決定できる。式(24)の条件の場合、時刻k-1のデータは1と決定されるので、時刻におけるバスメトリックの差 δ_k は、時刻k-1から時刻kへのパスのみで決定できる。つまり、バスメトリックの差 δ_k は $y_k - 0.5$ になる。同様に式(26)の条件の場合、時刻k-1のデータは0と決定されるので、時刻kにおけるバスメトリックの差は、時刻k-1から

時刻kへのパスのみで決定できる。つまり、バスメトリックの差 δ_k は $y_k + 0.5$ になる。また、式(25)の条件の場合、 S_{0k} 及び S_{1k} に至るには共にパス0を通る。パス0のバスメトリックは式(5)より解るように0である。つまり、時刻kのバスメトリックは以下のようになる。

$$【数14】 S_{0k} = S_{1k-1} \quad \dots\dots\dots (27)$$

$$S_{1k} = S_{0k-1} \quad \dots\dots\dots (28)$$

ここで、時刻k-1のバスメトリックの和は $S_{0k-1} - S_{1k-1} = S_{1k} - S_{0k}$ となる。よって、時刻kのバスメトリックの差 $\delta_k = S_{0k} - S_{1k}$ は、時刻k-1のバスメトリックの和の符号を反転させた値に等しくなる。

【0057】図1において、上記した比較及びバスメトリックの算出は演算器3によって行われる。この演算器3の具体的内部構成の一実施例を図2に示して説明する。識別点出力の等化信号 y_k は、バスメトリックの差 δ_{k-1} と共に加算器5に送られる。加算器5で加算された出力 $y_k + \delta_{k-1}$ は比較器6及び比較器7に送られ、それぞれレベル1及びレベル2と比較され、検出データOUT0及びOUT1を出力する。この時の比較は、式(20)、

(21)あるいは式(22)、(23)に従っている。

また、マルチプレクサ8には、比較器6と比較器7からの検出データOUT0及びOUT1、等化信号 y_k 、及びレベル1とレベル2が送られる。また、マルチプレクサ8の出力 δ_k を、遅延回路9により、1ビット遅延されたバスメトリックの差 δ_{k-1} もフィードバックされて入力される。マルチプレクサ8では、これらの入力により、演算及び判断して時刻kのバスメトリックの差 δ_k が出力され、遅延回路9により1ビット遅延された後、加算器5にバスメトリックの差 δ_{k-1} として送っている。

【0058】上記したマルチプレクサ8の具体的構成の一実施例を図3を参照しつつ説明する。識別点出力の等化信号 y_k 、及びレベル1として-0.5とレベル2として+0.5とが、加算器10及び加算器11にそれぞれ送られ、加算器10から $y_k - 0.5$ と加算器11から $y_k + 0.5$ とがそれぞれ出力され、比較器13に送られる。また、バスメトリックの差 δ_{k-1} は、符号反転回路12を通り、符号反転された後に同様に比較器13に送られる。比較器13には、比較子として検出データOUT0及びOUT1の2ビットデータが送られ、式(24)(25)

(26)に従って比較され、バスメトリックの差 δ_k を判断して出力される。このバスメトリックの差 δ_k は遅延回路9により遅延された後、図2の加算器5に入力されて、等化信号 y_k と加算され、識別点出力の等化信号 y_k と1ビット遅延された尤度差に対応するバスメトリックの差 δ_{k-1} との和である $y_k + \delta_{k-1}$ が求められ、次段階の比較器6、7でレベル ± 0.5 との大小関係を比較されるわけである。

【0059】第1図に示す本発明の構成ブロック図において、上記演算器3及びその中で用いられるマルチプレ

クサ8を説明したが、そこで検出データOUT0及びOUT1を得られた後に、復号値推定回路として動作するエラー訂正判定回路4で最尤復号を行っている。このエラー訂正判定回路4の具体的構成の一回路例を図4に示す。また、この回路の動作を図5に示したトレリス線図等を用いて詳細に説明する。

【0060】情報の記録再生に際し、NRZI変換の場合、再生情報に1が現れる毎に再生信号の0、1が反転する。つまり、図5のトレリス線図において、パス0のみが存在する位置は、どちらのパスを通っても再生情報は1(仮の検出データではNANDゲート出力なので0に対応する。)であり、情報が確定する。この時には当然、検出データOUT0及びOUT1は共に1を示している。また、パス1からパス1への遷移やパス-1からパス-1への遷移の場合にも再生情報は0(仮の検出データではNANDゲート出力なので出力は1に対応する。)に確定する。この時には、検出データOUT0及びOUT1はどちらかが0で、もう片方は1になっている。一方、データが0や1に確定する位置の間、つまり、図5のトレリス線図の☆印の位置は、その後のパスの確定により情報を訂正する可能性のある位置である。また、同じ線図の★印の位置が仮の検出データに対して最尤復号により実際にエラー訂正が必要な位置を示している。

【0061】以後、図4の回路図により、最尤復号の過程を説明する。演算器3から出力された検出データOUT0及びOUT1はNAND14に送られ、仮の検出データとして出力され、シフトレジスタに送られる。ここで、NAND14を使用しているのは、シフトレジスタでエラー訂正する際に、訂正部分にリセットをかければよく、回路的に容易だからである。このため、仮の検出データは、NRZI変換データを反転させた形になっている。最終的には、仮の検出データは、NOT21を通ることにより再び反転し、NRZI変換のデータとして出力される。

【0062】また、検出データOUT0及び遅延器35-1により1ビット遅延されたOUT0は、XOR15に入力され、その結果、検出データOUT0においてデータが0から1、または1から0に変化する位置を検出している。検出データOUT1に対しても同様に、検出データOUT1及び遅延器34-1により1ビット遅延されたOUT1が、XOR16によってデータが0から1、または1から0に変化している位置を検出している。そして、XOR15とXOR16の出力は、それぞれ遅延器35-2及び遅延器34-2により1ビット遅延されてOR17に送られ、OR17からは、仮の検出データにおいて0から1、または1から0への変化位置の検出信号を出力してシフトレジスタに送っている。このOR17の検出信号は、図5のトレリス線図中の☆印の位置を含んでいる。

【0063】また、XOR15とXOR16の出力はそれぞれ遅延器35-2及び遅延器34-2により1ビット遅延さ

れてJKフリップフロップ18にも送られている。再生データが1(仮の検出データでは0)に確定している状態では、検出データOUT0及びOUT1は共に1になっている。このJKフリップフロップ18の出力は、確定状態の1つ前から確定状態に移る際、検出データOUT0及びOUT1のどちらが変化したのかを示している。つまり、検出データOUT0が変化した場合には1を出力し続け、検出データOUT1が変化したときには0を出力し続けている。

【0064】ここで、図5のトレリス線図によって理解できるように、最尤復号によりエラー訂正する場合は、以下のようなパターンに分類できる。再生データが1(仮の検出データでは0)に確定する時に、検出データOUT0が変化して確定状態になった場合において、確定状態が検出データOUT0の変化で終り且つ確定状態が奇数(odd)個の時(以後、パターン1と称する)、および、確定状態が検出データOUT1の変化で終り且つ確定状態が偶数(even)個の時(以後、パターン2と称する)にのみエラー訂正を行う。また、検出データOUT1が変化して確定状態になった場合においては、確定状態が検出データOUT0の変化で終り且つ確定状態が偶数(even)個の時(以後、パターン3と称する)、および、確定状態が検出データOUT1の変化で終り且つ確定状態が奇数(odd)個の時(以後、パターン4と称する)にのみエラー訂正を行う。

【0065】上記のようなエラー訂正の判定を図4の回路では以下に行っている。仮の検出データが送られるシフトレジスタであるフリップフロップ33-1、33-2、33-3、33-4、33-N等にはそれぞれエラー訂正の場合のリセット信号を送り出すNANDゲートが接続されている。図4にはNAND22とNAND23等がこれに該当する。そして、OR24、AND25、NOR26、及びNOT27のような構成の回路(以下、奇数番目の判定回路と称する。)が、それぞれ奇数番目に位置するシフトレジスタに接続されているNANDゲート22に接続されている。

【0066】また、同様にOR28、AND29、NOR30そしてNOT31のような構成の回路(以下、偶数番目の判定回路と称する。)が、それぞれ偶数番目に位置するシフトレジスタに接続されているNANDゲート23に接続されている。奇数番目の判定回路と偶数番目の判定回路には、それぞれXOR15、XOR16から、それぞれ遅延器35-2及び遅延器34-2による1ビット遅延回路を介したJKフリップフロップ18からの出力が送られている。

【0067】ここで、上記パターン1及びパターン4の場合、奇数番目の判定からは1が出力される。またパターン2及びパターン3の場合、偶数番目の判定回路から1が出力される。

【0068】仮の検出データが順次送られているシフト

レジスタ33-1、33-2、33-3、33-4、33-N等に接続されている各NANDゲート22、23等には、上記判定回路からの信号とエラー訂正の可能性のある位置を示すOR17からの信号、および、NAND14からの信号が順次入力されている。このNAND14からの信号が0から1に変わる時が再生信号が1に確定する状態、つまりパス0のみが存在する状態の終りを示している。そして、これらの信号が1になる位置が、図5の☆印と★印の重なる位置、つまりエラー訂正が必要な位置になる。この条件が揃ったNANDゲート22、23等からリセット信号がシフトレジスタ33-3、33-4等に送られ、エラー訂正が行われるのである。

【0069】また、NAND19には、NAND14を介したシフトレジスタ33-1およびOR17からの信号が送られ、再生データが1(仮の検出データでは0)に確定している状態が終るごとに0を出力し、この信号により、OR17の信号が流れているシフトレジスタ34-3、34-4、34-N等にはリセットをかけている。

【0070】このように、トレリス線図の表現から、各時刻に入力される複数パスのうち最も確からしいパスを「生き残りパス」として残し、他は捨てる。この操作を全ての時系列にわたり、全ての状態に対して行なう。

【0071】また、図5の※印のパターンの位置で、つまり、検出データOUT0及びOUT1が共に、1から0、0から1、に変化する位置も、NRZI変換の出力では1になる。しかし、上述の復号回路では、このパターンをエラー訂正することができない。そこで、このパターンのエラー訂正をNAND20で行っている。このパターンの場合、検出データOUT0及びOUT1が共に、1から0、0から1、に変化する。つまり、XOR15とXOR16の出力は共に1が出力されている。この時に、仮の検出データが1の時にそれを0に訂正すればよい。したがって、NAND20に、XOR15とXOR16の出力のそれぞれ遅延器35-2、34-2を介した出力とおよびNAND14の仮の検出データを1ビットシフトするシフトレジスタ33-1の出力とを入力し、全てが1の時にその位置のデータを0に訂正している。

【0072】上記方法により、最尤復号された仮の検出データは、符号誤り訂正の判定と訂正を行われ、最終的に、NOT21を通ることによりNRZI変換データとして出力される。

【0073】すなわち、NRZI変換データとしては、1の状態の次に-1の状態が存在せずに再び1の状態が続き、又は、-1の状態の次に1の状態が存在せずに再び-1の状態が続く可能性がある。このような符号化信号では、上記で説明した本発明によるPR(1,1)が、そのエラー訂正が適切で、十分適応できるものである。

【0074】上記実施例においては、しきい値又は基準レベルとしてレベル1、2に-0.5、+0.5を設定して

15

いるが、符号復号の条件に従って、適性な値に設定しても良いのは勿論である。即ち、光磁気記録等での再生値 y_k を+1、-1に判定する際、雑音の集中するレベルが、例えば-0.7、+0.7にあると予め予測できるならば、その値に設定しても良く、また2相判別に限らず、多相判別法を用いても良い。

【0075】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明による最尤復号器を用いることにより、PR(1, 1)に対応した最尤復号が可能になり、且つ出力がそのままNRZ I変換のデータになっている。

【0076】また、従来のPR(1, 0, -1)の最尤復号法では十分適応できなかった光メモリや光磁気メモリ等の分野において、再生データの誤り率をさらに向上させることができる。

【0077】さらに、0、1の2値情報を記録した媒体上から最尤復号法により再生データを得る手段として、あるk番目のデータビットが0である尤度と、1である尤度との尤度差 δ_k を検出し、該尤度差 δ_k を1クロック遅延させ、1クロックビット前の尤度差 δ_{k-1} と該k番目のデータビットにおける再生信号出力 y_k とを加算し、この加算結果 $(y_k + \delta_{k-1})$ と、あらかじめ決められた2つの基準レベル1、2とをそれぞれ比較し、該比較結果の出力0と出力1に従って前記再生データを得ることとしたので、簡単な構成と、高速な演算速度を要求されることもなく、現実的に実行ある効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の最尤復号器の構成図である。

【図2】本発明の演算部の一実施例を示す内部構成図である。

16

【図3】本発明のマルチプレクサの一実施例を示す構成図である。

【図4】本発明のエラー訂正を行うエラー訂正判定回路の一実施例を示す回路図である。

【図5】本発明における信号の状態変化を示すトレリス線図およびエラー訂正判定回路の動作を示すテーブルである。

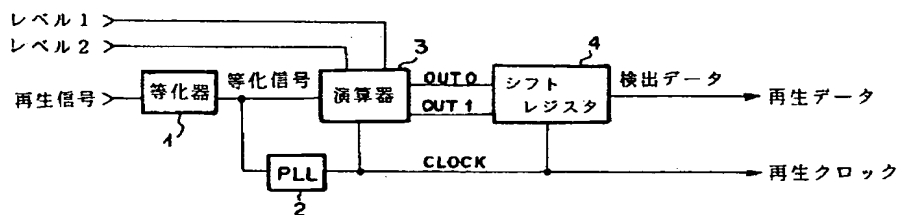
【図6】従来のPR(1, 0, -1)対応の最尤復号器の回路図である。

【符号の説明】

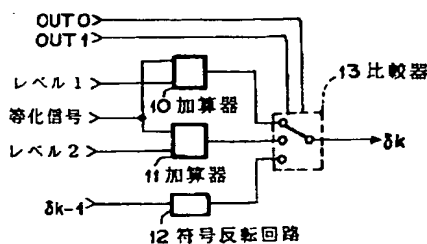
- 1 等化器
- 2 PLL
- 3 演算器
- 4 シフトレジスタ
- 5、10、11 加算器
- 6、7、13 比較器
- 8 マルチプレクサ
- 9 遅延回路
- 12 符号反転回路
- 14、19、20、22、23 NANDゲート
- 15、16 XORゲート
- 17、24、28 ORゲート
- 18 JKフリップフロップ
- 21、27、31 NOTゲート
- 25、29 ANDゲート
- 26、30 NORゲート
- 36、37、38 入力端子
- 33、34、35 シフトレジスタ
- 39 出力端子

30

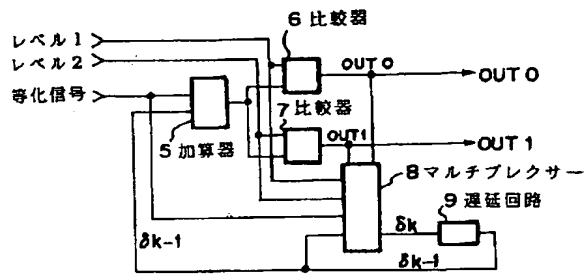
【図1】



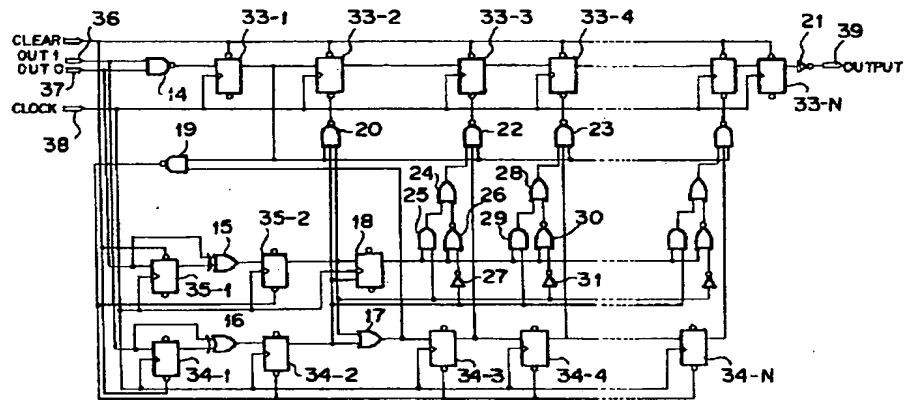
【図3】



【図2】



【図4】

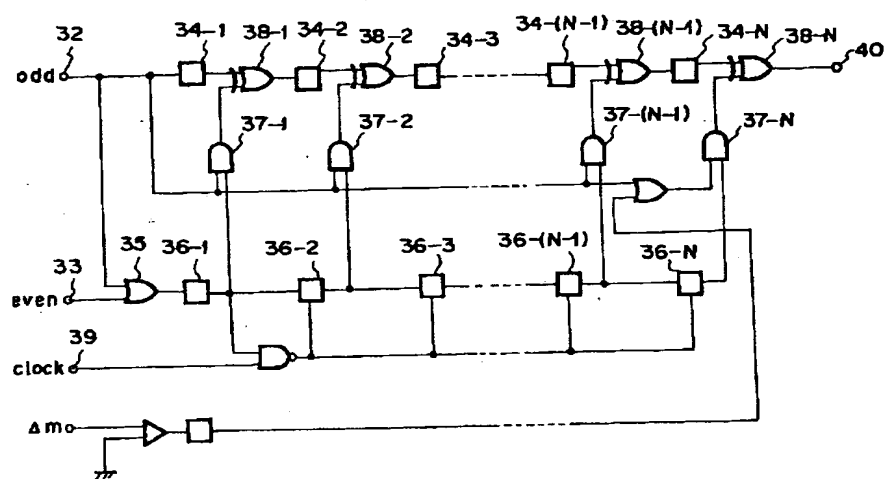


【図5】

トレリス線図

OUT 0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
OUT 1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1
NAND 14	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1
XOR 15	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
XOR 16	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
OR 17	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0
J-KFF 18	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
NAND 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1
NAND 20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
NOT 21	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0

【図6】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.